

MEMO 732  
 BWC 50-240 - SØYLER I FRONT –  
 INFESTING I STÅLSØYLE I VEGG,  
 BEREGNING AV SVEISEINNFESTNINGER  
 OG BALKONGARMERING

Dato: 07.06.2012  
 Siste rev.: 18.05.2016  
 Dok. nr.: K5-10/32

Sign.: sss  
 Sign.: sss  
 Kontr.: ps

# BEREGNING AV SVEISEINNFESTNINGER OG BALKONGARMERING

## INNHold

<b>BEREGNING AV SVEISEINNFESTNINGER OG BALKONGARMERING .....</b>	<b>1</b>
<b>GRUNNLEGGENDE FORUTSETNINGER OG ANTAGELSER.....</b>	<b>3</b>
GENERELT .....	3
STANDARDER.....	3
KVALITETER.....	4
DIMENSJONER OG TVERRSNITTSVERDIER.....	4
<b>LIKEVEKT - KOMPLETT ENHET .....</b>	<b>5</b>
LASTER.....	5
FORUTSETNINGER .....	5
LIKEVEKTSLIGNINGER .....	6
INNFØRING AV OPPLGGSKRAFT I FRONT. $R_1=172\text{kN}$ .....	7
INNFØRING AV OPPLGGSKRAFT I BAKKANT. $R_2=122\text{kN}$ .....	9
INNFØRING AV HORIZONTALKREFTER. $R_3= R_4=10\text{kN}$ .....	9
<b>LIKEVEKT – STANDARD YTERRØR + TSS I BALKONG.....</b>	<b>9</b>
LASTER.....	9
FORUTSETNINGER .....	10
LIKEVEKTSLIGNINGER .....	11
INNFØRING AV OPPLGGSKRAFT I FRONT, $R_1=170\text{kN}$ .....	12
INNFØRING AV OPPLGGSKRAFT I BAKKANT, $R_2=70\text{kN}$ .....	13
INNFØRING AV HORIZONTALKREFTER, $R_3= R_4=0-10\text{kN}$ .....	13
<b>LIKEVEKT - STANDARD YTERRØR + INNERRØR MED STÅLVINKEL RETT VEG .....</b>	<b>14</b>

---

LASTER .....	14
FORUTSETNINGER .....	14
INNFØRING AV OPPLGGSKRAFT I FRONT OG BAKKANT .....	15
INNFØRING AV HORIZONTALKREFTER, $R_3= R_4=0-10kN$ .....	16
<b>LIKEVEKT - BALKONGENHET.....</b>	<b>16</b>

# GRUNNLEGGENDE FORUTSETNINGER OG ANTAGELSER

## GENERELT

Likevekt og kapasitet til selve stålenheten er avhengig av at sveiser har foreskrevet kapasitet og er plassert som anvist i Memo 733 "Standard sveis".

## STANDARDS

Beregningene er utført i henhold til:

- Eurocode 2: Prosjektering av betongkonstruksjoner. Del 1-1: Allmenne regler og regler for bygninger.
- Eurocode 3: Prosjektering av stålkonstruksjoner. Del 1-1: Allmenne regler og regler for bygninger.
- EN 10080: Steel for the reinforcement of concrete. Weldable reinforcing steel. General.

For alle NDP-er (Nationally Determined Parameter) i Eurocodene er Norske verdier benyttet.

NDP-ene er som følger:

Parameter	$\gamma_c$	$\gamma_s$	$\alpha_{cc}$	$\alpha_{ct}$	$C_{Rd,c}$	$V_{min}$	$k_1$
Anbefalt verdi	1,5	1,15	1,0	1,0	0,12	$0,035k^{1/3} \times f_{ck}^{1/2}$	0,15
NDP Norge	1,5	1,15	0,85	0,85	0,10	$0,035k^{1/3} \times f_{ck}^{1/2}$	Strekk 0,30 Trykk 0,15
<b>Benyttet</b>	<b>1,5</b>	<b>1,15</b>	<b>0,85</b>	<b>0,85</b>	<b>0,10</b>	<b><math>0,035k^{1/3} \times f_{ck}^{1/2}</math></b>	<b>Strekk 0,30</b> <b>Trykk 0,15</b>

Tabell 1: NDP-er i EC-2.

Parameter	$\gamma_{M0}$	$\gamma_{M1}$	$\gamma_{M2}$
Anbefalt verdi	1,0	1,0	1,25
NDP Norge	1,05	1,05	1,25
<b>Benyttet</b>	<b>1,05</b>	<b>1,05</b>	<b>1,25</b>

Tabell 2: NDP-er i EC-3.

## KVALITETER

Betong B30:	$f_{ck} = 30,0 \text{ MPa}$	EC2, Tabell 3.1
	$f_{cd} = \alpha_{cc} \times f_{ck} / \gamma_c = 0,85 \times 30 / 1,5 = 17,0 \text{ MPa}$	EC2, Pkt.3.15
	$f_{ctd} = \alpha_{ct} \times f_{ctk,0,05} / \gamma_c = 0,85 \times 2,00 / 1,5 = 1,13 \text{ MPa}$	EC2, Pkt.3.16
	$f_{bd} = 2,25 \times \eta_1 \times \eta_2 \times f_{ctd} = 2,25 \times 0,7 \times 1,0 \times 1,13 = 1,78 \text{ MPa}$	EC2, Pkt.8.4.2

Armering 500C (EN 1992-1-1, App. C):

$$f_{yd} = f_{yk} / \gamma_s = 500 / 1,15 = 435 \text{ MPa} \quad \text{EC2, Pkt 3.2.7}$$

*Merk: Armering av annen duktilitetsklasse kan benyttes såfremt bøybarheten er slik at armeringen kan tilpasses rundt enheten.*

Stål S355:	Strekk: $f_{yd} = f_y / \gamma_{M0} = 355 / 1,05 = 338 \text{ MPa}$
	Trykk: $f_{yd} = f_y / \gamma_{M0} = 355 / 1,05 = 338 \text{ MPa}$
	Skjær: $f_{sd} = f_y / (\gamma_{M0} \times \sqrt{3}) = 355 / (1,05 \times \sqrt{3}) = 195 \text{ MPa}$

$$\text{Sveis: } f_{vw,d} = \frac{f_u / \sqrt{3}}{\beta_w \times \gamma_{M2}} \quad \text{EC3-Del 1-8, pkt 4.5.3.3}$$

$$f_u = 510 \quad \text{EC3-Del 1-1, Tabell 3.1}$$

$$\beta_w = 0,90 \quad \text{EC3-Del 1-8, Tabell 4.1}$$

$$\gamma_{M2} = 1,25 \quad \text{EC3-Del 1-1, pkt 6.1}$$

$$\Rightarrow f_{vw,d} = \frac{510 / \sqrt{3}}{0,9 \times 1,25} = 262 \text{ MPa}$$

## DIMENSJONER OG TVERRSNITTSVERDIER

Innerrør: HUP 100x50x6xL=378mm, Kaldformet, S355

Ytterrør: HUP 120x80x5xL=240mm, Kaldformet, S355

Standard konsoll i fremkant og bakkant:

Stålplate 1 konsoll: h=55mm, l=55mm, t=15mm, S355.

Stålplate 2 konsoll: h=55-150mm, l=105mm, t=10mm, S355.

---

## **LIKEVEKT - KOMPLETT ENHET**

### **LASTER**

Bruddgrenselast vertikalt:  $F_V = 50\text{kN}$ .

Bruddgrenselast horisontalt:  $F_H = 20\text{kN}$ .

### **FORUTSETNINGER**

Last fra balkong påføres ved innerrørets ende og overføres fra innerrøret til ytterrøret via gummimellomlegg pålimt innerrøret.

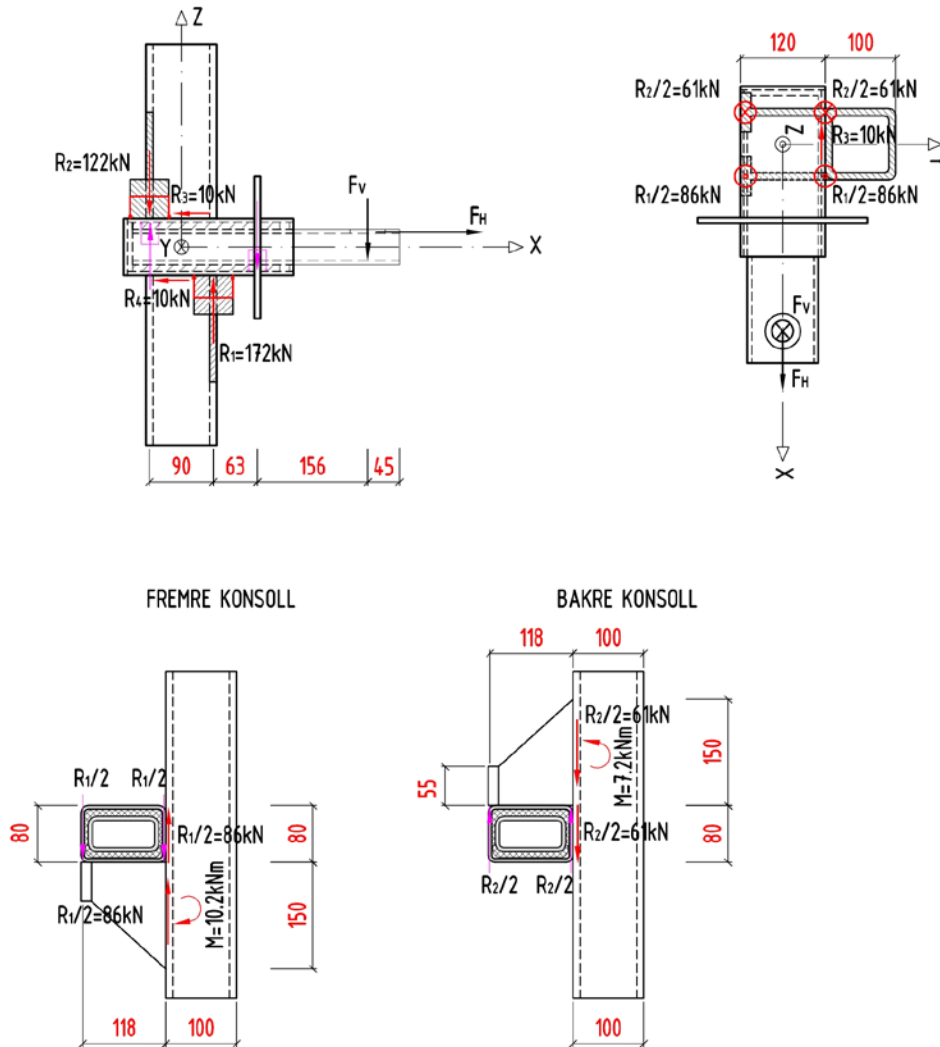
For de vertikale krefter gjelder følgende antagelser:

Halvparten av vertikal reaksjonskraft i front ( $R_1$ ) fortsettes overført fra ytterrørets ytre steg til underliggende konsoll. Den andre halvpart føres direkte inn til stålsøyle ved sveising mellom ytterrørets indre steg og stålsøyle. Tilsvarende kraftgang antas i bakkant.

For de horisontale kreftene gjelder følgende antagelser:

Horisontalkraft  $F_H$  føres inn i ved  $R_3$  og  $R_4$  som tar hver sin halvpart.

Enhetens likevekt baseres på følgende geometri:



Figur 1: Krefter på enhet.

## LIKEVEKTLIGNINGER

Innerrøret forutsettes å kunne presse direkte mot konsoll i bakkant. Likevektsligningene blir da:

$$R_1 = \frac{F_v \times (90 + 63 + 156) \text{ mm}}{90 \text{ mm}} = \frac{50 \text{ kN} \times 309 \text{ mm}}{90 \text{ mm}} = 172 \text{ kN}$$

$$R_2 = R_1 - F_v = 172 \text{ kN} - 50 \text{ kN} = 122 \text{ kN}$$

$$R_3 = R_4 = F_H / 2 = 20 \text{ kN} / 2 = 10 \text{ kN}$$

## INNFØRING AV OPLEGGSKRAFT I FRONT. $R_1=172\text{kN}$

Det antas halvparten av oppleggskraften føres ned i konsoll ved ytre steg, se Figur 1. Den andre halvparten føres inn direkte ved sveising av indre steg til stålsøyle.

### Nødvendig sveiselengde fra ytterrørets indre steg mot stålsøyle:

Antar sveis:  $a=4\text{mm}$

$$\text{Nødvendig sveiselengde: } l_w = \frac{R_1 / 2}{f_{wd} \times 4\text{mm}} = \frac{172000\text{N} / 2}{262\text{MPa} \times 4\text{mm}} = 82\text{mm}$$

⇒ Velger sveis i hele høyden (80mm) med  $a=4\text{mm}$ .

(Mangler 2mm sveiselengde. Vurderer dette som ok, da konsoll i underkant har overkapasitet og det sveises ekstra over og under enheten.)

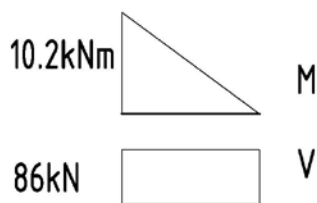
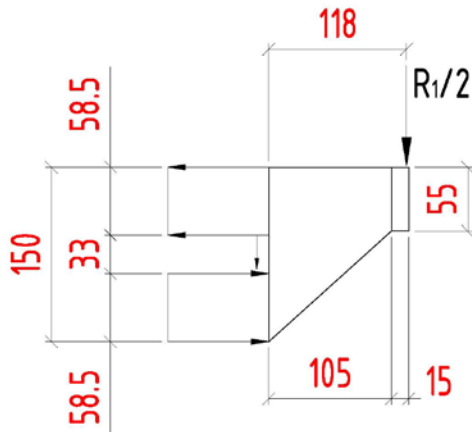
### Nødvendig sveiselengde fra ytterrørets ytre steg mot konsoll:

For å sikre god kraftoverføring fra ytterrørets steg til konsoll skal radius mellom ytterrør og den tversgående frontplaten på konsollen fylles med sveis i hele frontplatens lengde (55mm).

### Sveis på tvers mellom konsoll og ytterrør:

Velger å sveise langs overkant konsoll mot underkant ytterrør for å sikre god forbindelse. Velger  $a=4\text{mm}$ ,  $l=100\text{mm}$ . Denne er i utg. punktet ikke lastbærende, men vil gi ekstra sikkerhet.

Sveis av underliggende konsoll til stålsøyle. Antar  $a=5\text{mm}$ :



Figur 2: Krefter i sveis mellom fremre konsoll og stålsøyle.

Opptredende krefter i konsoll:

$$V_{ed} = R_1/2 = 86\text{kN}$$

$$M_{ed} = R_1/2 \times 0,118\text{m} = 86\text{kN} \times 0,118\text{m} = 10,2\text{kNm}$$

Nødvendig sveiselengde for å ta skjærkraft,  $a=5\text{mm}$ . Sveises på begge sider.

$$h_{w,v} = \frac{V}{f_w \times 5\text{mm}} = \frac{86 \times 10^3\text{N}}{262\text{mm} \times 5\text{mm} \times 2} = 33\text{mm}$$

Restkapasitet til å ta moment ved  $a=5\text{mm}$  og sveis på begge sider.

$$M_w = 262\text{MPa} \times 58,5\text{mm} \times 5\text{mm} \times (58,5\text{mm} / 2 + 33 / 2\text{mm}) \times 2 \times 2 = 14,0\text{kNm} \Rightarrow \text{OK}$$

Strekraften i sveisen fra momentet skal føres direkte inn i stålsøylens sideflens. Søylene må da ha minimum godstykkelse lik nødvendig sveistykkelse. En kontroll med  $a=4$  for momentkapasitet gir:

$$h_{w,v} = \frac{V}{f_w \times 5\text{mm}} = \frac{86 \times 10^3\text{N}}{262\text{mm} \times 4\text{mm} \times 2} = 41\text{mm}$$

$$M_w = 262\text{MPa} \times 54,5\text{mm} \times 4\text{mm} \times (54,5\text{mm} / 2 + 41\text{mm} / 2) \times 2 \times 2 = 10,9\text{kNm} \Rightarrow \text{OK}$$

Dobbel kilsveis med mindre  $a$ -mål enn  $4\text{mm}$  vil ikke ha tilstrekkelig kapasitet til å overføre momentstrekket.

**$\Rightarrow$ : Tilstrekkelig lokal kraftoverføringskapasitet krever minimum  $2 \times 4\text{mm} = 8\text{mm}$  godstykkelse i søylen.**



## **INNFØRING AV OPPLGGSKRAFT I BAKKANT. $R_2=122\text{kN}$**

Av dette antas halvparten av oppleggskraften føres opp i konsoll ved ytre steg. Den andre halvparten føres inn direkte ved sveising av indre steg til stålsøyle.

Kreftene i bakre konsoll er mindre enn i fremkant. Konsollen sveises til stålsøylen og enheten på samme måte.

## **INNFØRING AV HORIZONTALKREFTER. $R_3= R_4=10\text{kN}$**

**Nødvendig sveiselengde over og under enheten mot stålsøyle:**

Antar sveis:  $a=4\text{mm}$

$$\text{Nødvendig sveiselengde: } l_w = \frac{R_3}{f_{wd} \times 4\text{mm}} = \frac{10000\text{N}}{262\text{MPa} \times 4\text{mm}} = 10\text{mm}$$

⇒ Velger sveis 80mm med  $a=4\text{mm}$ .

# **LIKEVEKT – STANDARD YTERRØR + TSS I BALKONG**

## **LASTER**

Ytterrør brukt i kombinasjon med TSS101/102 (Forutsetter lastpunkt fra TSS i senter av BWC krage, som vist):

Bruddgrenselast vertikalt:  $F_V = 100\text{kN}$ .

Bruddgrenselast horisontalt:  $F_H=0\text{kN}$

Ytterrør brukt i kombinasjon med TSS41 (Forutsetter lastpunkt fra TSS i senter av BWC krage, som vist):

Bruddgrenselast vertikalt:  $F_V = 40\text{kN}$ .

Bruddgrenselast horisontalt:  $F_H=0\text{kN}$ .

Merk at TSS i seg selv har redusert tillatt bruddlast ved tynne dekker og liten kantavstand. Dette er angitt i egne memo.

Ved behov for å overføre horisontalkraft må detalj for dette utarbeides i hvert enkelt tilfelle, avhengig av tilkomstmulighet. Kapasitet for horisontallast vil være avhengig av valgt løsning for overføring av kraften fra TSS til BWC. BWC ytterrøret er ved standard sveising forankret for maks. horisontalkraft  $F_H=20\text{kN}$

## FORUTSETNINGER

Last fra TSS i balkong påføres ved ytterrørets flens.

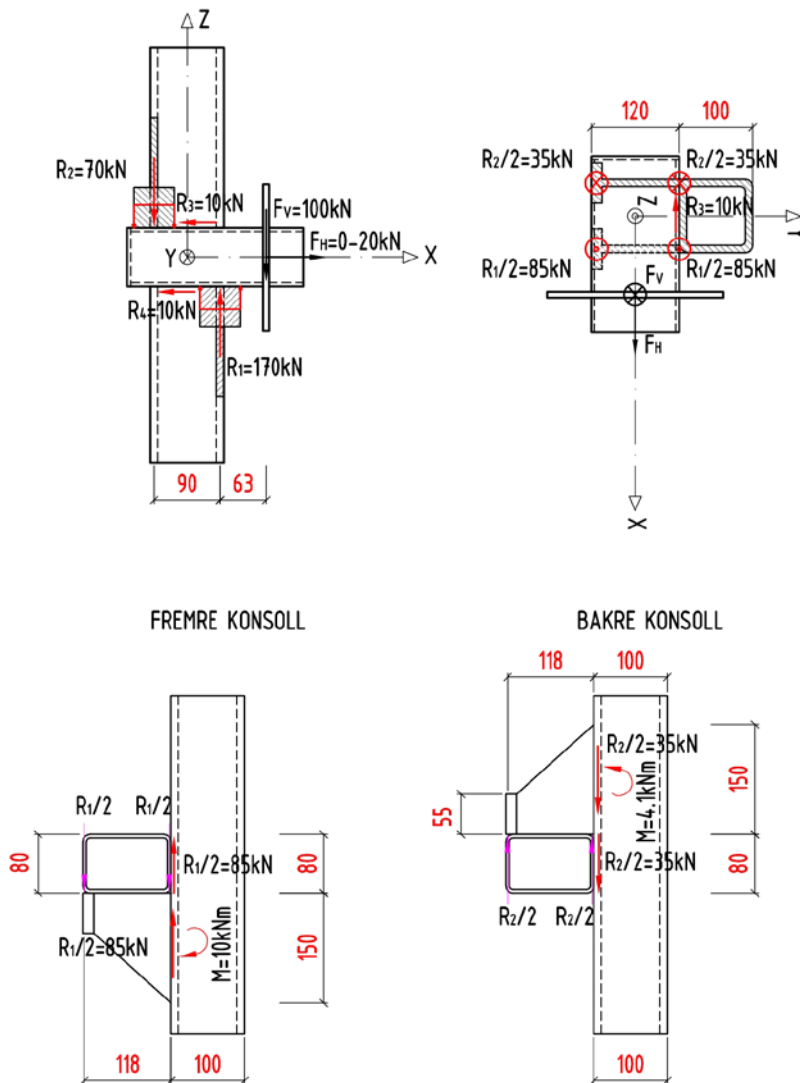
For de vertikale krefter gjelder følgende antagelser:

Halvparten av vertikal reaksjonskraft i front ( $R_1$ ) fortsettes overført fra ytterrørets ytre steg til underliggende konsoll. Den andre halvpart føres direkte inn til stålsøyle ved sveising mellom ytterrørets indre steg og stålsøyle. Tilsvarende kraftgang antas i bakkant.

For de horisontale kreftene gjelder følgende antagelser:

Horisontalkraft  $F_H$  føres inn i ved  $R_3$  og  $R_4$  som tar hver sin halvpart. Avhengig av valgt løsning på kraftoverføring mellom BWC og TSS må vurderes om dette er hensiktsmessig plassering av sveiser.

Enhetens likevekt baseres på følgende geometri:



Figur 3: Krefter på enhet.

### LIKEVEKTLIGNINGER

Likevektsligninger, se Figur 3:

$$R_1 = \frac{F_v \times (90 + 63) \text{ mm}}{90 \text{ mm}} = \frac{100 \text{ kN} \times 153 \text{ mm}}{90 \text{ mm}} = 170 \text{ kN}$$

$$R_2 = R_1 - F_v = 170 \text{ kN} - 100 \text{ kN} = 70 \text{ kN}$$

$$R_3 = R_4 = F_H / 2 = 20 \text{ kN} / 2 = 10 \text{ kN}$$

## **INNFØRING AV OPPLGGSKRAFT I FRONT, $R_1=170kN$**

Det antas halvparten av oppleggskraften føres ned i konsoll ved ytre steg, se Figur 3. Den andre halvparten føres inn direkte ved sveising av indre steg til stålsøyle.

### **Nødvendig sveiselengde fra ytterrørets indre steg mot stålsøyle:**

Antar sveis:  $a=4mm$

$$\text{Nødvendig sveiselengde: } l_w = \frac{R_1 / 2}{f_{wd} \times 4mm} = \frac{170000N / 2}{262MPa \times 4mm} = 81mm$$

⇒ Velger sveis i hele høyden (80mm) med  $a=4mm$ . Mangler 1mm. Dette vurderes ok, da underliggende konsoll har kapasitet til å ta resten.

### **Nødvendig sveiselengde fra ytterrørets ytre steg mot konsoll:**

For å sikre god kraftoverføring fra ytterrørets steg til konsoll og skal radius mellom ytterrør og den tversgående frontplaten på konsollen fylles med sveis i hele frontplatens lengde (55mm)

### **Sveis av underliggende konsoll til stålsøyle:**

Opptredende krefter i konsoll:

$$V_{ed} = R_1/2 = 85kN$$

$$M_{ed} = R_1/2 \times 0,118m = 10kNm$$

Antar dobbel kilsveis:  $a=5mm$ .

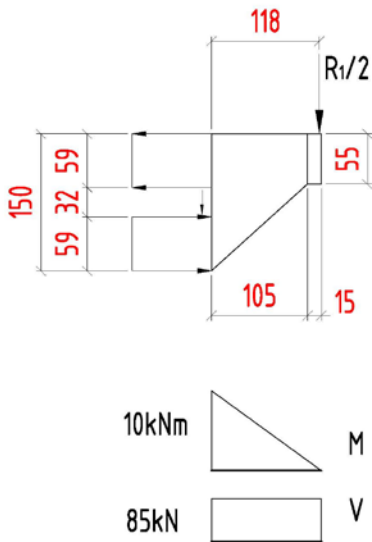
Nødvendig sveiselengde for å ta skjærkraft,  $a=5mm$ . Sveises på begge sider.

$$h_{w,v} = \frac{V}{f_w \times 5mm} = \frac{85 \times 10^3 N}{262mm \times 5mm \times 2} = 32mm$$

Restkapasitet til å ta moment:

$$M_w = 262MPa \times 59mm \times 5mm \times (59mm / 2 + 32mm / 2) \times 2 \times 2 = 14kNm \Rightarrow OK$$

⇒ dobbel kilsveis i hele høyden (150mm) med  $a=5mm$  er ok.



Figur 4: Krefter i sveis mellom fremre konsoll og stålsøyle.

## INNFØRING AV OPPLGGSKRAFT I BAKKANT, $R_2=70\text{kN}$

Av dette antas halvparten av oppleggskraften føres opp i konsoll ved ytre steg. Den andre halvparten føres inn direkte ved sveising av indre steg til stålsøyle.

Kreftene i bakke konsoll er mindre enn i fremkant. Konsollen sveises til stålsøylen på samme måte.

## INNFØRING AV HORIZONTALKREFTER, $R_3= R_4=0-10\text{kN}$

Det antas samme sveiser som ved bruk av komplett enhet. Det forutsettes at det utarbeides en løsning som kan overføre horisontalkraft fra TSS til BWC i hvert tilfelle. Ut fra valgt løsning må vurderes om disse sveisene er tilstrekkelige og hensiktsmessig plassert for å føre kraften videre inn i stålsøylen. Ytterøret skal uansett alltid sveises til stålsøyle med standard sveiser for å ta horisontalkraft, selv om beregningsmessig horisontalkraft er 0.

⇒**KONKLUSJON: Bruker samme sveiser som ved komplett enhet**

# LIKEVEKT - STANDARD YTTERRØR + INNERRØR MED STÅLVINKEL RETT VEG

## LASTER

Bruddgrenselast vertikalt:  $F_V = 50\text{kN}$ .

Bruddgrenselast horisontalt:  $F_H = 20\text{kN}$ .

## FORUTSETNINGER

Last fra balkong påføres stålvinkel og overføres fra innerrøret til ytterrøret via gummimellomlegg pålimt innerrøret.

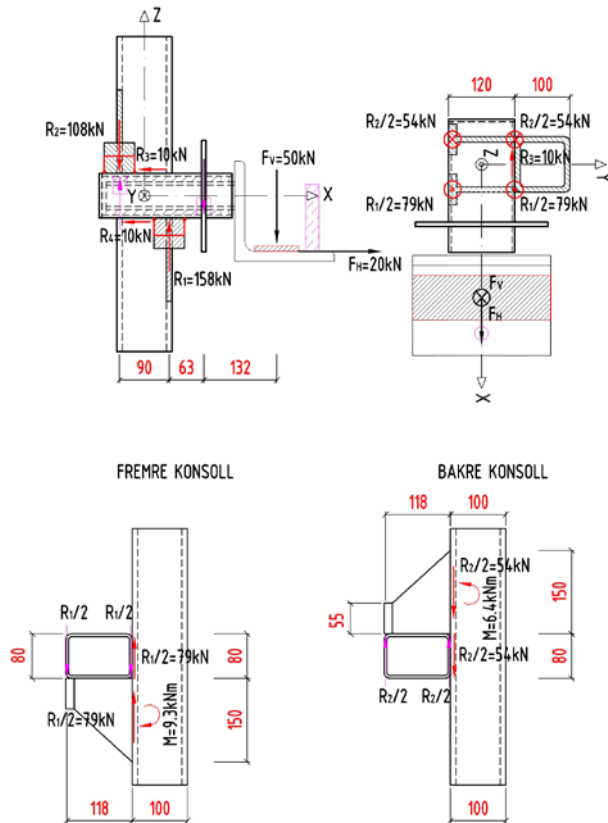
For de vertikale krefter gjelder følgende antagelser:

Halvparten av vertikal reaksjonskraft i front ( $R_1$ ) fortsettes overført fra ytterrørets ytre steg til underliggende konsoll. Den andre halvpart føres direkte inn til stålsøyle ved sveising mellom ytterrørets indre steg og stålsøyle. Tilsvarende kraftgang antas i bakkant.

For de horisontale kreftene gjelder følgende antagelser:

Horisontalkraft  $F_H$  føres inn i ved  $R_3$  og  $R_4$  som tar hver sin halvpart.

Innadrettet horisontalkraft skal gå rett i innerrøret, dvs det må støpes ut mellom balkong og vertikalfless dersom det er klaring. Utadrettet horisontalkraft vil avlaste vinkelen og redusere oppleggskrefter.



Figur 5: Krefter på enhet.

$$R_1 = \frac{F_v \times (90 + 63 + 132) \text{ mm}}{90 \text{ mm}} = \frac{50 \text{ kN} \times 285 \text{ mm}}{90 \text{ mm}} \approx 158 \text{ kN}$$

$$R_2 = R_1 - F_v = 158 \text{ kN} - 50 \text{ kN} = 108 \text{ kN}$$

$$R_3 = R_4 = F_H / 2 = 20 \text{ kN} / 2 = 10 \text{ kN}$$

## INNFØRING AV OPPLGGSKRAFT I FRONT OG BAKKANT

Alle krefter er mindre enn ved bruk av komplett enhet:

⇒KONKLUSJON: Bruker samme sveiser som ved komplett enhet.

## **INNFØRING AV HORIZONTALKREFTER, $R_3 = R_4 = 0-10\text{kN}$**

Krefter er som ved bruk av komplett enhet.

⇒**KONKLUSJON: Bruker samme sveiser som ved komplett enhet.**

## **LIKEVEKT - BALKONGENHET**

Se Memo 702.



REVISJON	
Dato:	Beskrivelse:
09.07.2014	Inkludert løsning med stålvinkele på innerrør. Justert lengde pålimt gummi alle enheter.
11.01.2016	Inkludert merknad om duktilitetsklasse armering.
18.05.2016	Ny mal